

Pertumbuhan *Rhizophora mucronata* pada lahan restorasi mangrove di Hutan Lindung Angke Kapuk, Jakarta

Growth of *Rhizophora mucronata* in mangrove restoration area at Angke Kapuk Protected Forest, Jakarta

CANDRA SYAH, ANDRY INDRAWAN, AGUS PRIYONO

Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia

Manuskrip diterima: 7 Desember 2011. Revisi disetujui: Maret 2012.

Abstract. Syah C, Indrawan A, Priyono A. 2012. Growth of *Rhizophora mucronata* in mangrove restoration area at Angke Kapuk Protected Forest, Jakarta. *Bonorowo Wetlands* 2: 34-45. The aim of this research was to determine the plant growth rate of *Rhizophora mucronata* in the mangrove restoration area of Angke Kapuk Protected Forest, Jakarta, and to know the characteristics of the site and its environment. The research indicated that the average plant height was 60.388 cm to 147.496 cm and the average diameter was 2.435 cm to 6.196 cm. The average height increment of the largest, found in sub-station 1 (2.2307 cm), was significantly different from the other seven sub-stations. Average high accretion smallest sub-stations located on seven (0.1853 cm) and sub-station (0.1373cm). The average increment of the largest diameter found in sub-stations 1 (0.0591 cm) and 2 (0.0599) was significantly different from the other seven sub-stations. Average height increments are the smallest at sub-station 5 (0.0334 cm) and sub-station 7 (0.0334 cm), and sub-station 8 (0.0334 cm). The highest Cation exchange capacity (CEC) was found in sub-station 2 (31.55 me/100 g) and lowest in sub-station 4 (22.94 me/100 g). CEC on sub-station 4 is low because of dry soil conditions and tidal irregularities.

Keywords: Mangrove, restoration, *Rhizophora mucronata*, pertumbuhan

PENDAHULUAN

Hutan mangrove di DKI Jakarta tersebar di kawasan hutan mangrove Tegal Alur-Angke Kapuk di Pantai Utara Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta dan di sekitar Kepulauan Seribu. Berdasarkan SK Menteri Pertanian Nomor 16/UM/6/1977 tanggal 10 Juni 1977, peruntukan kawasan Angke Kapuk ditetapkan sebagai hutan lindung, cagar alam, hutan wisata dan lapangan dengan tujuan istimewa. Berdasarkan hasil tata batas di lapangan dan Berita Acara Tata Batas yang ditandatangani pada tanggal 25 Juli 1994 yang diangkat dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah DKI Jakarta diketahui bahwa hutan yang dipertahankan adalah seluas 327,70 ha. Selain di Pantai Utara DKI Jakarta, hutan mangrove juga terdapat di sekitar Kepulauan Seribu (BKSDA Jakarta 2002, 2005).

Fungsi mangrove yang terpenting bagi daerah pantai adalah menjadi penyambung darat dan laut. Tumbuhan, hewan, benda-benda lainnya dan nutrisi tumbuhan ditransfer ke arah darat atau ke arah laut melalui mangrove. Ekosistem mangrove berperan sebagai filter untuk mengurangi efek yang merugikan dan perubahan lingkungan utama, dan sebagai sumber makanan bagi biota laut (pantai) dan biota darat. Jika mangrove tidak ada, maka produksi laut dan pantai akan berkurang secara nyata (Chapman 1977; Inoue et al. 1999; Giesen et al. 2006).

Habitat mangrove sendiri memiliki keanekaragaman hayati yang rendah, karena hambatan bio-kimiawi yang ada di wilayah yang sempit diantara darat dan laut. Namun hubungan kedua wilayah tersebut mempunyai arti bahwa

keanekaragaman hayati yang ada di sekitar mangrove juga harus dipertimbangkan, sehingga total keanekaragaman hayati ekosistem tersebut menjadi lebih tinggi. Pengelolaan mangrove selalu merupakan bagian dari pengelolaan habitat-habitat di sekitarnya agar mangrove tumbuh (Hutchings dan Saenger 1987; Tomlison 1996; Hogarth 1999).

Menipisnya ekosistem mangrove menjadi perhatian serius Pemerintah Daerah DKI Jakarta dan *stakeholder* di sekitar kawasan. Perhatian ini berawal dari kenyataan bahwa pada daerah antara laut dan darat ini, mangrove memainkan peranan penting dalam menjinakkan banjir pasang musiman (saat air laut pasang, pada musim hujan) dan sebagai pelindung wilayah pesisir. Selain itu, produksi primer mangrove berperan mendukung sejumlah kehidupan seperti satwa yang terancam punah, satwa langka, bangsa burung (Avifauna) dan juga perikanan laut dangkal. Dengan demikian, kerusakan dari pengurangan sumberdaya vital tersebut yang terus berlangsung akan mengurangi bukan hanya produksi dari darat dan perairan, serta habitat satwa liar sekaligus mengurangi keanekaragaman hayati, juga merusak stabilitas lingkungan hutan pantai (Dinas Kehutanan DKI Jakarta 1996a,b, 1997).

Tujuan penelitian adalah: (i) Mengetahui kualitas lahan restorasi mangrove. (ii) Mengetahui laju pertumbuhan tanaman bakau (*Rhizophora mucronata*) pada lahan restorasi mangrove. (iii) Mengetahui hubungan kualitas habitat restorasi dengan laju pertumbuhan tanaman bakau pada lahan restorasi mangrove. (iv) Mengetahui faktor tempat tumbuh yang berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kawasan Hutan Angke Kapuk, wilayah Kecamatan Penjaringan, Kotamadya Jakarta Utara, Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni-November 2009. Terdapat delapan sub-stasiun penelitian pertumbuhan bakau (*Rhizophora mucronata*) yang dibedakan berdasarkan umur tanaman, yaitu: stasiun 1-2 (16 bulan), 3-4 (12 bulan), 5-6 (6 bulan), dan stasiun 7-8 (3 bulan).

Teknik pengumpulan data

Data pertumbuhan bakau di peroleh dari pengukuran, pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian di lapangan untuk mendapatkan gambaran kondisi lingkungan (Bengen 2000). Teknik yang digunakan adalah *purposive sampling*. Pengukuran tinggi dan diameter dilakukan setiap minggu selama 2 bulan sehingga waktu yang dibutuhkan adalah 8 kali pengukuran dimulai pada bulan Juli-September 2009. Tinggi tanaman diukur dengan meteran dan diameter di ukur menggunakan kaliper.

Contoh tanah diambil pada masing-masing sub-stasiun yaitu pada tanah bagian atas dan pada kedalaman 10-20 cm, kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan fisik (fraksi liat, pasir dan lumpur) dan kimia di lokasi penelitian.

Pengukuran terhadap salinitas air laut dilakukan dengan menggunakan alat salinometer yang dilakukan di sekitar sub-stasiun lokasi pengamatan dengan metode *purposive sampling* dengan menetapkan pengukuran pada setiap plot sebagai acuan untuk pengambilan data salinitas. Sebagai kontrol pengambilan salinitas juga dilakukan di dalam tegakan mangrove di sekitar lokasi penelitian.

Analisis data

Penelitian ini merupakan kombinasi antara penelitian menerangkan (*explanatori research*) dan penelitian deskriptif (*deskriptif research*). Penelitian yang bersifat menerangkan adalah penelitian yang menyangkut pengujian hipotesis. Penelitian semacam ini, dalam deskripsinya juga mengandung uraian-uraian, tetapi fokusnya terletak pada analisis hubungan antara variabel (Nawawi 1998). Proses analisis Statistika deskriptif merupakan metode yang berkaitan dengan pengumpulan data sehingga memberikan informasi yang berguna. Upaya penyajian ini dimaksudkan mengungkapkan informasi penting yang terdapat dalam data ke dalam berbentuk yang lebih ringkas dan sederhana yang pada akhirnya mengarah pada keperluan adanya penjelasan dan penafsiran (Aunuddin 1989).

Statistik deskriptif digunakan untuk analisis bagi variabel-variabel yang dinyatakan dengan sebaran frekuensi, baik secara angka-angka mutlak maupun secara persentasi. Tabel frekuensi yang dibuat berguna untuk mengelompokkan data dalam tabel silang. Tabel silang sebagai metode yang sederhana digunakan untuk menyoroti dan menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih.

Analisis variabel pertumbuhan dan parameter

Analisis ragam (Uji F)

Analisis ragam adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data kita menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman (Walpole 1995). Uji F merupakan pengujian secara bersama-sama pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Uji ini dilakukan dengan membandingkan nilai F hitung dengan nilai F-tabel. Apabila nilai F hitung lebih besar dari nilai F-tabel, maka variabel bebas secara bersama-sama mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel tidak bebas. Kesimpulan ini dapat juga dilihat dari nilai signifikansi F hitung. Bila nilainya lebih tinggi daripada tingkat keyakinan ($\alpha = 0,05$) maka seluruh variabel independen tidak punya pengaruh yang signifikan secara bersama-sama terhadap variabel dependennya, begitupun sebaliknya. Bila signifikansinya lebih kecil dari pada tingkat keyakinan ($\alpha = 0,05$) maka seluruh variabel independen mempunyai pengaruh yang signifikan secara bersama-sama terhadap variabel dependennya.

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_8$$

(Semua rata-rata pertumbuhan tanaman mempunyai nilai yang sama di 8 sub-stasiun)

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \mu_8$$

(Rata-rata pertumbuhan mempunyai nilai yang berbeda diantara 8 sub-stasiun)

Kriteria pengujian:

Jika $F_{hit} > F_{tabel}$, maka tolak H_0

Jika $F_{hit} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0

Mean (rata-rata)

Rata-rata hitung ini adalah pengukuran nilai sentral yang paling umum digunakan. Rumus untuk menentukan nilai rata-rata hitung:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

n = banyaknya data

Variance (varians)

Varians adalah suatu ukuran penyebaran data, yang diukur dalam pangkat dua dari selisih data terhadap rata-ratanya. Untuk data populasi perumusan varians adalah:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Sedangkan untuk data sampel adalah:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Standard error of mean

Ini adalah pengukuran untuk mengukur seberapa jauh nilai rata-rata bervariasi dari satu sampel ke sampel lainnya yang diambil dari distribusi yang sama. Rumus *standard error of mean* adalah sebagai berikut:

$$SE = S/\sqrt{n}$$

Nilai S di peroleh dari perhitungan $S = \sqrt{S^2}$

Analisis komponen utama (PCA)

Untuk melihat komponen-komponen yang berpengaruh nyata pada kondisi tempat tumbuh dan karakteristik lokasi penelitian dilakukan analisis menggunakan statistik multivariabel PCA (*Principal Components Analysis*) dengan *software* Statistica 6.0 (Ludwig and Reynolds 1988). Analisis Komponen Utama (PCA) merupakan metode analisis statistika deskriptif untuk merepresentasikan data dalam bentuk grafik informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data. Matriks data terdiri dari stasiun pengamatan sebagai individu (baris), serta pertumbuhan vegetasi mangrove dan parameter lingkungan sebagai variabel (kolom).

Parameter yang dilibatkan dalam analisis ini adalah pertumbuhan mangrove serta parameter lingkungan di sekitarnya seperti salinitas, temperatur, laju fotosintesis dan contoh tanah. Karena parameter-parameter tersebut tidak memiliki satuan yang sama maka harus dilakukan penormalan data melalui serangkaian proses pemusatan dan pereduksian. Pemusatan dilakukan dengan melihat selisih antara nilai parameter inisial tertentu dengan nilai rata-rata parameter tersebut. Agar pengelompokan dapat dilakukan, harus diketahui dahulu kedekatan antar komponen, untuk itu digunakan jarak Euclidean yang merupakan jumlah kuadrat perbedaan antara stasiun (baris) terhadap variabel/parameter (kolom) yang berhubungan.

Untuk menganalisis data pertumbuhan tanaman pada berbagai sub-stasiun digunakan program komputer dengan SPSS dan menganalisis data kualitas tanah pada berbagai sub-stasiun digunakan program komputer dengan *software* Microsoft excel 2007 dan minitab 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspek teknik restorasi mangrove

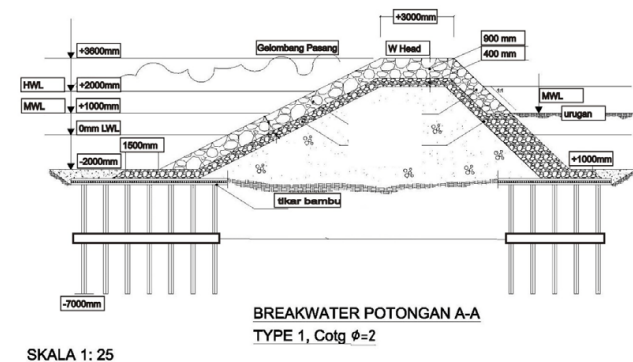
Memperhatikan sistem penanaman mangrove adalah sebuah desain konstruksi bagi kegiatan rehabilitasi mangrove di lahan restorasi Hutan Lindung Angke Kapuk. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor oseanografi dan kondisi biofisik lingkungan yang kemudian diformulasikan Konstruksi lahan dengan teknik pengurugan dilaksanakan karena kondisi lokasi yang terkena abrasi sehingga perlu dilakukan suatu rekayasa yang bertujuan untuk memperoleh kesesuaian tempat tumbuh.

Pembangunan *breakwater* permanen atau *sea defence* yang dibangun di lepas pantai dimaksudkan untuk menahan hampasan gelombang laut dan menahan tumpukan urugan tanah sebagai media tumbuhnya mangrove di belakang bangunan *breakwater* tersebut. Dalam hal ini persyaratan utama *breakwater* yang akan dibangun adalah selain dapat secara efektif menahan hampasan gelombang laut dan media tanah, juga harus dapat menjamin masuk pasang surut air laut ke areal penanaman mangrove di belakangnya, sehingga keberadaan *breakwater* tersebut tetap menjamin sirkulasi air laut untuk pertumbuhan

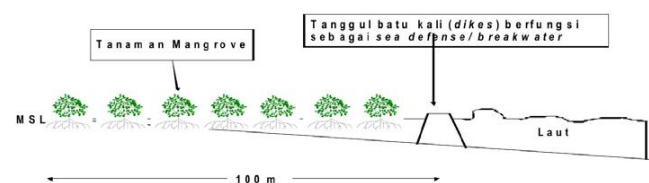
mangrove secara optimal. Adapun *breakwater* yang dibangun di kiri kanan saluran air/sungai dimaksudkan untuk menahan tumpukan urugan tanah/media tumbuh mangrove sekaligus sebagai penguat pematang saluran air/sungai.

Breakwater yang dibangun adalah *breakwater* model *Rubber Mould* yang pada dasarnya *breakwater* model tersebut terdiri atas tumpukan batu mulai dari ukuran besar di bagian atas kecil di bagian dalamnya. Dimensi *breakwater* ini ditentukan berdasarkan pertimbangan kecepatan arus, kemiringan pantai dan daya dukung tanah dasar laut. Ketinggian pengurugan ditetapkan sama dengan *Mean Water Level* (MWL) agar pada saat air pasang kondisi mangrove yang ditanam di tanah urugan akan terendam yaitu setinggi 2 m. Desain Konstruksi Rehabilitasi Mangrove Gambar 1. Untuk memudahkan penampang yang menunjukkan ketinggian relatif penanaman tanaman bakau, maka desain Ketinggian Relatif Penanaman Mangrove disajikan pada Gambar 2.

Tanaman bakau yang diamati pertumbuhannya adalah tanaman hasil penanaman (reboisasi) yang dilakukan dalam waktu yang berbeda (tahun 2007, 2008, 2009). Teknik tanam yang dipergunakan dalam pelaksanaan reboisasi sama, yaitu dengan teknik tanam dengan jarak 1 m x 1 m. Sedangkan bibit tanaman yang dipergunakan adalah jenis bakau yang berasal Wilayah sekitar Muara Angke (DKI Jakarta) dan dari Muara Gembong (Bekasi). Bibit tanaman Bakau merupakan hasil pembibitan yang berasal dari propagul dimasukkan dalam polybag yang telah diberi media (tanah lumpur). Tinggi bibit tanaman bakau saat ditanam berkisar antara 50 -100 cm, dengan kondisi siap tanam, dan telah diberi perlakuan adaptasi 10 -15 hari.



Gambar 1. Desain konstruksi rehabilitasi mangrove



Gambar 2. Desain ketinggian relatif penanaman mangrove

Pengukuran tinggi dan diameter tanaman dilakukan pada Stasiun 1 (tahun tanam Desember 2007 terdiri dari Sub-stasiun 1 dan Sub-stasiun 2) Stasiun 2, (tahun tanam Juni 2008 terdiri Sub-stasiun 3 dan Sub-stasiun 4), Stasiun 3 (tahun tanam Desember 2008 terdiri dari (Sub-stasiun 5 dan sub-stasiun 6) dan stasiun 4, tanaman Maret 2009 terdiri dari sub-stasiun 7 dan sub-stasiun 8. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman.

Diameter batang diukur pada titik yang telah ditentukan, sedangkan tinggi total diukur dengan menggunakan galah. Pengukuran dilakukan 1 kali/minggu, dan seterusnya terhadap unit populasi tanaman bakau (10 batang).

Beberapa ahli mendefinisikan pertumbuhan tanaman sebagai proses pembelahan dan pemanjangan sel, ahli tanah umumnya mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan bahan kering. Definisi ini meliputi proses deferensiasi yang besar sumbangannya dalam penimbunan bahan kering, dalam analisis akhir, perkembangan dan morfogenesis tanaman yang merupakan akibat dari ketiga hal berikut: pertumbuhan karena pembelahan, pembesaran dan deferensiasi sel. Pertumbuhan suatu pohon adalah pertambahan tumbuh dalam besar dan pembentukan jaringan baru, pertumbuhan tersebut dapat pula diukur dari berat seluruh tanaman (biomassa), dan juga meliputi pertumbuhan bagian atas dan bagian bawah.

Pertumbuhan tanaman bakau (*Rhizophora mucronata*)

Pertumbuhan tinggi dan diameter suatu pohon tergantung pada ruang tumbuh, permukaan tajuk dan kelembaban nisbi serta system perakaran, juga dipengaruhi oleh iklim dan kesuburan tanah. Rata-rata pertumbuhan tanaman bakau *R. mucronata* (tinggi dan diameter) dapat dilihat pada Tabel 1.

Rata-rata tinggi

Dari hasil perhitungan rata-rata tinggi tanaman pada berbagai umur tanam *R. mucronata* seperti yang disajikan pada Tabel 1. bahwa rata-rata tinggi terbesar yaitu pada sub-stasiun 1, 3 dan 4 (menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%). Pada sub-stasiun 1 (148,820 cm) diikuti sub-stasiun 3 (142,82 cm) dan sub-stasiun 4 (140,65 cm). Sub penelitian 1 dengan (3 dan 4) mempunyai umur yang berbeda namun mempunyai tinggi terbesar dan tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan dipengaruhi oleh banyak faktor selain umur.

McGuinness (1997) mengemukakan bahwa banyak faktor yang bekerja dengan sangat kompleks dan berpengaruh terhadap penyebaran dan pertumbuhan mangrove terhadap penyebaran dan pertumbuhan mangrove termasuk di dalamnya adalah salinitas, pengeringan karena pasang surut, gangguan, persaingan dan pemangsa. Demikian juga hasil penelitian Ogrady et al. (1996) terhadap tanaman *Avicennia marina* dan *Rhizophora stylosa* menunjukkan bahwa variasi berbagai faktor lingkungan didalam dan antar lokasi habitat mangrove sangat heterogen.

Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisa tumbuhan dan binatang yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Bahkan demikian berada dalam proses pelapukan aktif dan menjadi mangsa serangan jasad mikro. Walaupun jumlahnya sedikit, pengaruh bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan selanjutnya terhadap pertumbuhan tanaman sangat nyata (Soepardi 1983).

Rata-rata tinggi tanaman terendah pada sub-stasiun 7 (60,05 cm) dan sub-stasiun 8 (60,389 cm), dari data terlihat bahwa umur tanaman lebih muda dibandingkan dengan sub-stasiun lainnya. Untuk melihat secara lebih jelas rata-rata tinggi tanaman masing-masing sub-stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa rata-rata tinggi tanaman terbesar secara berturut-turut adalah sub-stasiun 1 (148,82 cm), sub-stasiun 3 (142,82 cm), sub-stasiun 4 (140,65 cm), sub-stasiun 2 (129,433 cm), sub-stasiun 5 (104,90 cm), sub-stasiun 6 (106,792 cm), sub-stasiun 7 (60,05 cm) dan sub-stasiun 8 (60,389 cm).

Hasil penelitian Kusmana (2009) mengamati pertumbuhan *R. mucronata* umur 10 bulan dengan teknik guludan di Muara Angke memiliki pertumbuhan tinggi tanaman 116,63 cm (jarak tanam 1 x 1 m) dan jarak tanam 116,78 cm (1/2 x 1/2 m).

Rata-rata diameter

Variabel pertumbuhan rata-rata diameter tanaman *R. mucronata* pada masing-masing sub-stasiun dengan berbagai tahun tanam lebih diperjelas pada Tabel 1. Pada penelitian ini dengan menggunakan jarak 1 m x 1 m didapatkan hasil bahwa rata-rata diameter tanaman tertinggi yaitu pada sub-stasiun 1 (umur 18 bulan) yaitu sebesar 6,193 cm, dan rata-rata diameter terendah adalah pada sub-stasiun 6 (umur 6 bulan) sebesar 2,241 cm. Hasil penelitian Kusmana (2009) mengamati pertumbuhan *R. mucronata* umur 10 bulan dengan teknik guludan di Muara Angke memiliki rata-rata diameter tanaman 2,44 cm (jarak tanam 1 x 1 m) dan jarak tanam 2,47 cm (1/2 x 1/2 m).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Suardjani dan Mulia (1994), pada jarak tanam yang berbeda didapatkan bahwa sewaktu tanaman berumur satu sampai lima tahun pertumbuhan tinggi lebih cepat terjadi pada tanaman yang ditanam lebih rapat dibandingkan dengan tanaman yang ditanam dengan jarak tanam yang jarang. Dijelaskan pula oleh Anwar et al. (1984) bahwa zona hutan mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora* spp. lebih banyak dijumpai pada kondisi tanah yang agak basah dan lempung yang agak dalam. Hubungan tinggi dan diameter yang terlihat di Gambar 3.

Hasil data menunjukkan hubungan diameter dan tinggi berbanding lurus, semakin tinggi tanaman bakau (*R. mucronata*) semakin besar diameternya.

Pertambahan tinggi dan diameter tanaman

Untuk menganalisis rata-rata pertambahan pertumbuhan tanaman dengan parameter pertambahan tinggi dan diameter, maka dilakukan dengan Uji F yang dilanjutkan dengan uji Duncan. Rata-rata pertambahan tinggi secara rinci disajikan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan tinggi terbesar terdapat pada sub-stasiun 1 (2.2133) berbeda nyata dengan tujuh sub-stasiun lainnya. rata-rata pertambahan tinggi terkecil terdapat pada sub-stasiun 7 (0.1853 cm) dan sub-stasiun 8 (0.1373 cm). Untuk melihat rata-rata tinggi secara lebih jelas dapat pula dilihat pada Tabel 1.

Penelitian mengenai pertumbuhan bibit *R. mucronata* dilakukan oleh Jumiati (2008) yang dilakukan di Tarakan, Kalimantan menunjukkan pertambahan tinggi pada bibit *R. mucronata* yang ditanam pada berbagai zona. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan tinggi pada bibit *R. mucronata* yang ditanam pada zona darat (5,2 cm/minggu), zona tengah (1,6 cm/minggu) dan zona laut (7,2 cm/minggu).

Rata-rata pertambahan tinggi (cm)

Rata-rata pertambahan tinggi terbesar yang disajikan pada Tabel 4 secara berurutan adalah, sub 1,2,3,4,5,6,7, dan 8. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi umur tanaman maka semakin tinggi pula pertambahan tingginya. Sub-stasiun 7 dan 8 menunjukkan pertambahan tinggi terendah hal ini dimungkinkan pertumbuhan tanaman masih dalam kondisi adaptasi.

Penelitian yang dilakukan Santoso et al. (2007), hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tinggi pidada di SM Angke, tinggi total tanaman menunjukkan bahwa pertambahan tinggi rata-rata sebesar 18,5 cm/bulan sampai 42 cm/bulan, tergantung dari tahun tanam dan kondisi lingkungan. Faktor lain yang diperkirakan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pidada adalah kedalaman lumpur dan tahun tanam. Pengukuran pada 25 Januari 2004, dilakukan terhadap tanaman dengan umur 4 tahun (tanam Desember 1999), 2 tahun (tahun tanam 2002) dan tanaman umur 1 tahun (tahun tanam 2003). Pada kondisi lingkungan yang tergenang atau terkena pasang surut menunjukkan kondisi pertumbuhan tinggi lebih besar (41,8 cm/bulan) dibandingkan pada kondisi lingkungan yang jarang/tidak tergenang (29,2 cm/bulan). Aksornkoe (1993) meneliti di Ranong-Thailand bahwa pertumbuhan tinggi *Sonneratia ovata* hutan alam pada pohon berdiameter 34,1 cm sekitar 0,56 cm/tahun.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman dan diameter tanaman bakau pada delapan sub-stasiun

Sub-stasiun	Rata-rata tinggi (cm)	Rata-rata diameter (cm)
1 (16 bulan)	148,820a	6,193a
2 (16 bulan)	129,480b	6,077a
3 (12 bulan)	142,820a	5,628b
4 (12 bulan)	140,650a	5,745a
5 (6 bulan)	106,000c	3,894b
6 (6 bulan)	104,900c	3,327b
7 (3 bulan)	60,052d	3,894b
8 (3 bulan)	60,389d	3,327b

Tabel 2. Hasil uji Duncan pertambahan tinggi tanaman bakau (pengukuran 8 minggu)

Sub-stasiun	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
8	30	0.1373 (d)			
7	30	0.1853 (d)			
6	30		0.7323 (c)		
5	30		0.7757 (c)		
4	30			1.3097 (b)	
3	30			1.3663 (b)	
2	30			1.4929 (b)	
1	30				2.2307 (a)
Sig.		0.605	0.641	0.062	1.000

Tabel 3. Hasil uji Duncan pertambahan diameter tanaman bakau (pengukuran 8 minggu)

Sub-stasiun	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
5	30	0.0334 (c)		
7	30	0.0334(c)		
6	30	0.0338(c)		
8	30	0.0338(c)		
3	30	0.0400(c)	0.0400(b)	
4	30		0.0429(b)	
1	30			0.0591(a)
2	30			0.0599(a)
Sig.		0.605	0.641	0.062

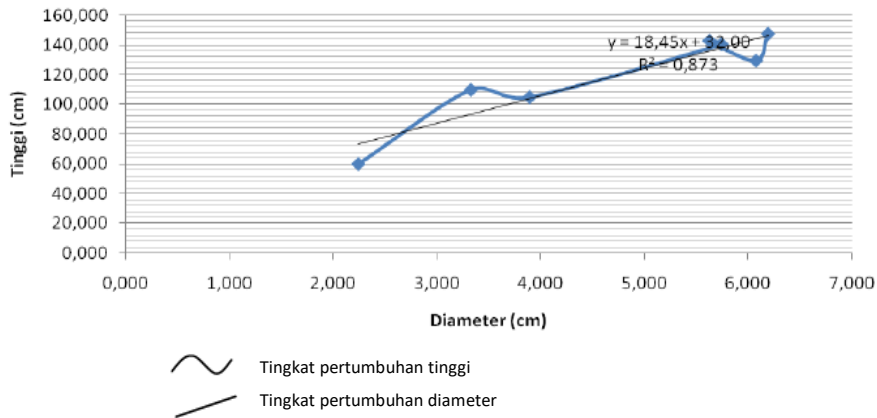
Keterangan: huruf yang sama menunjukkan pada kolom yang sama tidak beda nyata (alpha 5%). Huruf yang berbeda pada kolom yang beda menunjukkan berbeda nyata (alpha 5%).

Tabel 4. Rata-rata pertambahan tinggi dan pertambahan diameter tanaman bakau (pengukuran 8 minggu)

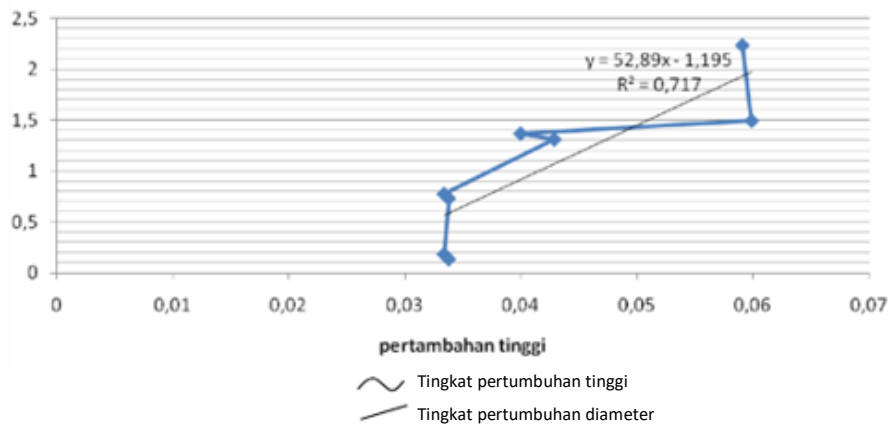
Sub plot	Rata-rata pertambahan tinggi (cm)	Rata-rata pertambahan diameter (cm)
1	2.2133a	0.0600a
2	1.4857b	0.0590a
3	1.3663b	0.0400bc
4	1.3097b	0.0334b
5	0.7757c	0.0334c
6	0.7323c	0.0338c
7	0.1853d	0.0334c
8	0.1373d	0.0338c

Tabel 5. Riap tinggi dan diameter tanaman bakau

Sub-stasiun	MAI	
	Tinggi (cm/thn)	Diameter (cm/thn)
8 (3 bulan)	111.895	4.656
7 (3 bulan)	97.353	4.569
6 (6 bulan)	142.820	5.628
5 (6 bulan)	140.650	5.745
4 (12 bulan)	212.000	7.788
3 (12 bulan)	209.800	6.654
2 (16 bulan)	240.208	15.576
1 (16bulan)	241.556	13.308



Gambar 3. Hubungan diameter dan tinggi tanaman bakau



Gambar 4. Hubungan pertambahan tinggi dan pertambahan diameter tanaman bakau

Penelitian Hutahaean et al. (1999) di rumah kaca menunjukkan bahwa pertambahan tinggi rata-rata pada jenis *R. mucronata* pertumbuhan yang paling baik diperoleh pada salinitas 7.50-15.0 ppt, dengan pertambahan tinggi rata-rata mencapai 2.48 cm/minggu, kemudian diikuti pada salinitas 0-7.50 ppt dengan nilai pertambahan tinggi 2.22 cm/minggu dan salinitas 15.0-22.5 ppt dengan tinggi 1.7 cm/minggu. Sedangkan pertambahan tinggi total rata-rata yang paling kecil diperoleh pada salinitas 22.5-30.0 ppt dengan pertambahan 1.26 cm.

Rata-rata pertambahan diameter

Untuk melihat rata-rata pertambahan diameter *R. mucronata* pada berbagai sub-stasiun (umur yang berbeda) disajikan pada Tabel 4. Rata-rata pertambahan diameter terbesar secara berurutan adalah, sub-stasiun 1, 2, 4, 3, 8, 6, 5 dan 7. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi umur tanaman maka semakin tinggi pula pertambahan diameternya.

Santoso et al. (2007) pertumbuhan diameter pada SM Angke menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter berkisar antara 1,75 cm/bulan sampai 3,45 cm/bulan. Pertumbuhan diameter pada tanaman umur 4 tahun (tahun

tanam 1999) lebih tinggi (3,45 cm/bulan) dibandingkan dengan tanaman umur 2 tahun (tahun tanam 2002) sebesar 1,75-2,83 cm/bulan dan umur 1 tahun (tahun tanam 2003) sebesar 2,4 cm/bulan. Kondisi lingkungan (tergenang dan kedalaman lumpur) berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter. Dimana kedalaman lumpur yang dangkal (tahun tanam 1999) menunjukkan pertumbuhan diameter paling tinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Sebaliknya kedalaman lumpur yang dalam (> 1 meter) menunjukkan pertumbuhan diameter yang lebih lambat.

Hubungan antara pertambahan tinggi dan diameter ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil data menunjukkan hubungan pertambahan diameter dan tinggi berbanding lurus, semakin tinggi pertambahan tanaman bakau (*R. mucronata*) semakin besar pertambahan

diameternya. Hal ini menunjukkan adanya pertumbuhan secara bersama dari dua faktor respon tersebut.

Berdasarkan Tabel 5, pertumbuhan anakan mangrove yang ditanam dengan teknik restorasi, menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya umur, maka semakin besar riap diameter dan riap tinggi. Nilai riap tinggi pada plot 1 yaitu sebesar 241,556 cm/thn. Riap diameter tinggi terkecil yaitu pada plot ke 7 yaitu 97,353cm/tahun. Pada Riap

tinggi. Sedangkan untuk nilai riap diameter tertinggi pada sub-stasiun 1 yaitu sebesar 13.308 dan terkecil 4,656 cm/tahun.

Identifikasi kualitas tempat tumbuh mangrove

Karakteristik lingkungan bagi tumbuhnya jenis oleh: (i) tanah dengan salinitas yang tinggi atau adanya air laut, (ii) zonasi dengan jenis tanaman mangrove yang dapat tumbuh hanya pada kondisi fisiologis spesifik, termasuk garam (salinitas) suhu.

Untuk dapat tumbuh pada substrat yang tergenang air laut, tanaman mangrove harus mempunyai kestabilan ekosistem yang ada di permukaan air dengan osmosis yang lebih rendah daripada tekanan air laut, dalam hal ini kemungkinan adanya kandungan air dalam tanaman mangrove perlu diuji dengan mengukur komposisi komponen garam dan asam organik pada daun, sebagai pengukur tekanan osmotik, dan membandingkannya dengan tekanan osmotik dari bagian mangrove yang berada di dalam air laut (terendam air laut). Tanaman mangrove dari suatu jenis melepaskan elektrolit dari daun ketika menyerap air dari laut dan tanaman mangrove lain menyerap sejumlah tertentu garam dari air laut dan melepaskannya dari kelenjar garam.

Menurut Gunawan (1995), bahwa salinitas tanah dan air dari suatu tempat ke tempat lain di hutan mangrove sangat bervariasi, baik pada waktu terjadinya pasang surut maupun pada tempat tumbuh yang berbeda. Salinitas pada dasarnya merupakan hasil interaksi antara tinggi dan frekuensi pasang air laut, masukan air tawar, topografi dan penguapan. Secara umum tumbuhan di hutan mangrove mempunyai toleransi terhadap salinitas sekitar 90% atau 2,5 kali salinitas air laut. Perkembangan hutan mangrove yang paling baik terjadi di bagian yang dipengaruhi oleh air tawar secara terus menerus, sehingga air tawar mengurangi kadar garam dalam tanah dan di dalam air laut, sehingga setiap perubahan yang mempengaruhi laju masuknya air tawar ke dalam ekosistem hutan mangrove akan mempunyai dampak yang cukup berarti bagi pertumbuhan dan perkembangan hutan mangrove.

Menurut Gardner et al. (1991) faktor yang mempengaruhi pertumbuhan antara lain tanah dan iklim. Faktor iklim antara lain seperti cahaya, temperatur, air, panjang hari, angin dan lain-lain. Faktor tanah seperti

tekstur, struktur, bahan organik, kapasitas tukar kation, pH dan sifat kimia lainnya seperti C, N, P dan K. Hasil penelitian kondisi tempat tumbuh *R. mucronata* disajikan pada Tabel 6.

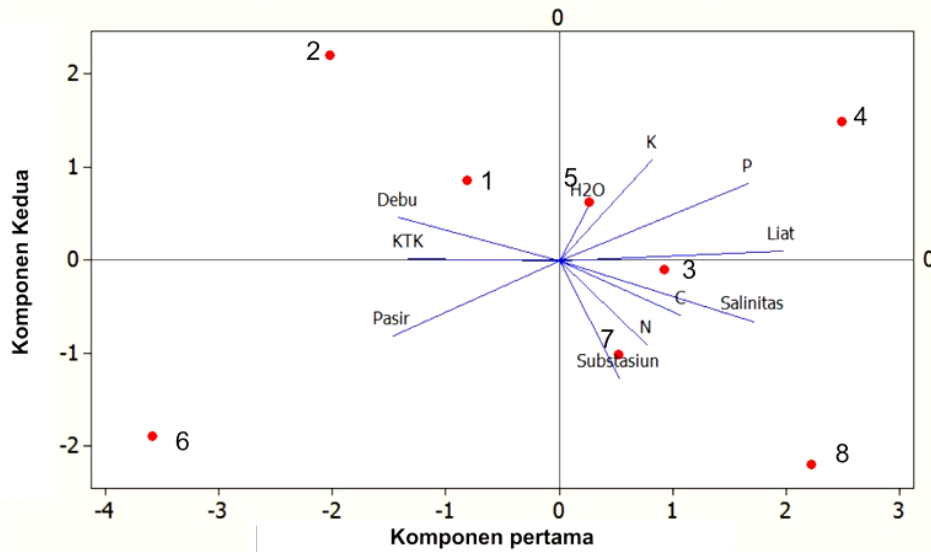
Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa kisaran salinitas (10-15 ppt) hal ini menunjukkan bahwa *R. mucronata* yang ditanam pada lokasi penelitian (Muara Angke, Jakarta) masih dalam kisaran normal. Dimana menurut penelitian (Hutahaean 1999) pada jenis *R. mucronata* pertumbuhan yang paling baik diperoleh pada salinitas 7.50-15.0 ppt, dengan pertambahan tinggi rata-rata mencapai 2.48 cm, kemudian diikuti pada salinitas 0-7.50 ppt dengan nilai pertambahan tinggi 2.22 cm dan salinitas 15.0-22.5 ppt dengan tinggi 1.7 cm. Sedangkan pertambahan tinggi total rata-rata yang paling kecil diperoleh pada salinitas 22.5-30.0 ppt dengan pertambahan 1.26 cm.

Menurut Hutahaean (1999) pada *R. mucronata* pertumbuhan tinggi yang baik diperoleh pada salinitas 0-15 ppt. Kusmana (1983) menyatakan kisaran salinitas untuk *R. mucronata* adalah 12-30 ppt; sedangkan pada anakan *B. gymnorrhiza* pertumbuhan tinggi yang baik diperoleh pada salinitas 0-15 ppt. Kristijono (1977) menemukan bahwa *B. gymnorrhiza* tumbuh pada daerah dengan salinitas 10-20 ppt, sedangkan *Avicennia marina* pertumbuhan yang baik juga diperoleh pada salinitas 0-15 ppt.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dilihat dari kapasitas tukar kation (KTK), KTK tertinggi adalah pada sub-stasiun 2 (31,55 me/100 g) dan KTK terendah pada sub-stasiun 4 (22,94 me/100g). KTK pada sub-stasiun 4 lebih rendah karena kondisi tanah kering dan pasang surut yang tidak teratur. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa KTK menunjukkan kemampuan menyerap dan mempertukarkan kation-kation dengan akar tanaman. KTK merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. KTK merupakan banyaknya kation (dalam miliekivalen) yang dapat diserap oleh tanah persatuan berat tanah (biasanya per 100 g). KTK merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara yang lebih baik daripada KTK rendah. Hubungan faktor tempat tumbuh pada berbagai sub-stasiun dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 6. Kondisi tempat tumbuh *R. mucronata*

Sub-stasiun	pH	C	N	P	K	KTK	Pasir	Debu	Liat	Salinitas
1	4,2	21,21	0,9	14,5	0,81	24,52	2,8	25,1	72,1	12
2	4,6	17,54	0,7	18,7	0,76	31,55	4,6	21,2	74,2	10
3	4,5	21,46	0,8	21,7	0,72	28,31	5,1	15,3	79,6	14
4	4,4	16,35	0,8	26,7	0,86	22,94	2,7	14,6	82,7	15
5	4,7	17,32	0,8	21,8	0,69	26,73	3,1	20,4	76,5	14
6	4,3	14,93	0,8	7,12	0,64	29,47	11,4	20,2	68,4	12
7	4,4	21,46	0,7	17,8	0,65	24,15	3,7	20,1	76,2	15
8	4,4	24,63	0,9	18,4	0,72	26,77	4,1	13,9	82	15



Gambar 5. Hubungan faktor tempat tumbuh pada berbagai sub-stasiun. Keterangan: Titik ●: sub-stasiun pengamatan. Angka 1-8: merupakan sub-stasiun 1-8

Tabel 7. Penggambaran korelasi antar variabel tempat tumbuh dan variabel pertumbuhan

	pH	C	N	P	K	KTK	Pasir	Debu	Liat	Salinitas	t_growth
C	-0.188 0.656										
N	-0.473 0.236	0.392									
P	0.516 0.191	0.12 0.778	-0.118 0.781								
K	-0.169 0.689	-0.034 0.937	0.298 0.473	0.543 0.165							
KTK	0.39 0.34	-0.231 0.582	-0.287 0.491	-0.387 0.344	-0.376 0.358						
Pasir	-0.235 0.576	-0.429 0.289	-0.093 0.827	-0.767 0.026	-0.576 0.135	0.568 0.142					
Debu	-0.185 0.66	-0.223 0.596	-0.112 0.792	-0.518 0.189	-0.087 0.837	0.105 0.805	0.042 0.921				
Liat	0.283 0.498	0.425 0.294	0.142 0.736	0.854 0.007	0.403 0.323	-0.412 0.31	-0.613 0.106	-0.815 0.014			
Salinitas	-0.006 0.989	0.394 0.334	0.205 0.627	0.489 0.219	-0.055 0.898	-0.7 0.053	-0.35 0.395	-0.648 0.082	0.716 0.046		
t_growth	-0.202 0.631	-0.208 0.622	0.184 0.663	0.066 0.877	0.68 0.063	0.026 0.951	-0.21 0.618	0.456 0.256	-0.239 0.569	-0.559 0.149	
d_growth	-0.143 0.736	-0.058 0.891	-0.007 0.988	0.017 0.967	0.645 0.084	0.179 0.671	-0.286 0.492	0.512 0.195	-0.239 0.569	-0.717 0.045	0.847 0.008

Keterangan: nilai yang diberi warna gelap berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Angka negative menunjukkan korelasi yang negatif, sedangkan angka positif menunjukkan korelasi yang positif

Berdasarkan Gambar 5, bahwa sifat fisik yang berkorelasi positif antara lain adalah kandungan debu, permeabilitas tanah, pasir dan porositas tanah. Sifat kimia tanah yang berkorelasi positif dengan produktivitas antara lain KTK, N, P, dan C. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa unsur C, N, P dan K merupakan unsur hara makro yang sangat esensial bagi tanaman dan fungsinya dalam tanaman tidak dapat digantikan oleh unsur lain, sehingga

bila tidak terdapat dalam jumlah yang cukup di dalam tanah maka tanaman tidak dapat tumbuh dengan normal.

Pada umumnya respon pertumbuhan tinggi yang baik diperoleh pada salinitas yang rendah. Hal ini terjadi karena tumbuhan mangrove bukan merupakan tumbuhan yang membutuhkan garam (*salt demand*) tetapi tumbuhan yang toleran terhadap garam (*salt tolerance*). Aksornkoe (1993) meneliti unsur-unsur mineral yang dibutuhkan tanaman

mangrove untuk pertumbuhan, dan disebutkan bahwa unsur mineral yang dibutuhkan terdiri dari unsur makro yaitu N, P, S, K, Ca dan Mg serta unsur mikro yang terdiri dari Zn, Mn dan Cu. Dari hasil penelitian ini ditunjukkan bahwa unsur Na dan Cl tidak dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman mangrove. Selanjutnya dilaporkan bahwa jenis *Avicenia marina* di Australia tumbuh pada tingkat salinitas 85 ppt. Meskipun disebutkan bahwa jenis ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap salinitas, tetapi dari hasil perkembangannya tanpa kestabilan ekosistem terjadi adanya dampak pada tingkat pertumbuhan.

Korelasi antar variabel kondisi tempat tumbuh

Untuk melihat variabel tempat tumbuh dan pertumbuhan dianalisis dengan analisis korelasi dengan software Minitab 15. Penggambaran korelasi antar variabel tempat tumbuh dan variabel pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 7.

Beberapa variabel tempat tumbuh berkorelasi erat antara lain pasir dan P, liat, KTK dan salinitas, debu berkorelasi positif dengan tinggi dan diameter. Debu dan liat mempunyai nilai korelasi yang negatif, semakin tinggi nilai debu maka nilai liat semakin rendah, dan demikian pula sebaliknya. Liat dan salinitas mempunyai korelasi yang positif dimana, semakin tinggi nilai liat maka semakin tinggi pula nilai salinitas dan sebaliknya.

Diameter dan salinitas mempunyai korelasi negatif, dimana semakin tinggi salinitas maka diameter semakin kecil dan sebaliknya jika salinitas rendah maka penambahan diameter semakin besar. Diameter dan tinggi mempunyai korelasi yang positif, artinya semakin besar tinggi maka diameter semakin besar dan demikian juga sebaliknya jika diameter semakin besar maka nilai tinggi akan semakin besar.

Pasir dan Posfor mempunyai korelasi mempunyai korelasi yang negatif, artinya semakin tinggi nilai posfor maka nilai pasir semakin rendah dan sebaliknya. Liat dan Posfor mempunyai korelasi yang positif, dimana semakin tinggi nilai P maka semakin tinggi kandungan liat dan sebaliknya. KTK dan salinitas mempunyai korelasi yang negative, artinya semakin tinggi nilai KTK maka semakin rendah nilai salinitas dan sebaliknya.

Hubungan variabel kondisi tempat tumbuh dan pertumbuhan

Berdasarkan pertumbuhan tanaman Bakau hasil dari riap tumbuh menunjukkan hubungan penambahan diameter dan tinggi berbanding lurus, semakin tinggi penambahan tanaman bakau (*R. mucronata*) semakin besar penambahan diameternya. Nilai Riap tinggi pada plot 1 yaitu sebesar 241,556 cm/thn. Riap diameter tinggi terkecil yaitu pada plot ke 7 yaitu 97,353cm/tahun pada riap tinggi. Sedangkan untuk nilai riap diameter tertinggi pada sub-stasiun 1 yaitu sebesar 13.308 dan terkecil 4,656 cm/tahun. Hal ini menunjukkan adanya respon dari faktor kondisi tempat tumbuh dan pertumbuhan riap tanaman bakau.

Hasil penelitian menunjukkan Pada Tabel 7. variabel kondisi tempat pasir dan P, liat, KTK dan salinitas, debu berkorelasi positif dengan tinggi dan diameter. Seperti pasir (0,0026) dan liat (0,007) mempunyai nilai korelasi dengan

di atas kepercayaan 95% yang menunjukkan bahwa kondisi tempat tumbuh jenis tanaman bakau di pengaruhi dominan adanya porositas pembentuk media tanam. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan pemulihan sifat fisik tanah terutama yang berkaitan dengan bobot isi dan porositas tanah yang tidak berbeda nyata (relatif sama) pada setiap sub-stasiun.

Untuk menggambarkan status kondisi tempat tumbuh pada setiap sub-stasiun maka hasil uji laboratorium secara keseluruhan menunjukkan kategori sedang yaitu berkisar 14,93-24,63% sedangkan tergolong rendah yaitu 0,7-0,9 g/kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan C dan N terbesar pada sub-stasiun 1 dan sub-stasiun 8 yang menunjukkan adanya perbedaan nyata.

Pengelompokan sub-stasiun berdasarkan tahun tanam berdasarkan indikator kualitas tanah dilakukan dengan menggunakan B plot (cluster dan gerombol). Prinsip analisis ini didasarkan pada ukuran kemiripan (kedekatan) dari setiap sub-stasiun. Indikator-indikator yang digunakan adalah pH, C, N, P, K, KTK, salinitas dan fisik tanah. Klasifikasi diarahkan untuk mengevaluasi dari segi indikator kualitas tanahnya.

Hasil analisis di tampilkan dalam bentuk tabel B-Plot pada Gambar 5 menunjukkan bahwa berdasarkan ukuran kedekatan indikator kualitas tanah maka sub-stasiun dikelompokkan atas 4 gerombol. Sub-stasiun 1 dan 2 masuk ke dalam gerombol 1, sub-stasiun 4 dan 5 masuk pada gerombol 2, sub-stasiun 3,7 dan 8 masuk dalam gerombol 3 dan sub-stasiun 6 masuk pada gerombol 4.

Gerombol (cluster) 1

Pada gerombol ini indikator kualitas tanah di pengaruhi oleh KTK dan Debu dalam hal ini dapat di katakan bahwa kualitas tanah pada sub-stasiun 1 dan sub-stasiun 2 mencerminkan kualitas tanah pada lokasi ini mempunyai pengaruh yang nyata mengingat rata-rata penambahan tinggi dan penambahan diameter terbesar yaitu (2.2307 cm) untuk tinggi dan sub-stasiun 1 (0,0591cm) dan 2 (0,0599) berbeda nyata dengan tujuh sub-stasiun lainnya. Hasil ini di duga adanya perbaikan tempat tumbuh yang terjadi setelah masa selama 16 bulan.

Gerombol 2

Sub-stasiun yang termasuk dalam gerombol ini memiliki nilai indikator K, P, liat dan pH yang mempunyai nilai sedang, sedangkan untuk peubah lainnya sama dengan rata-rata keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas tanah pada sub-stasiun ini di bawah rata-rata keseluruhan sehingga membutuhkan perbaikan tanah agar kemampuan lebih besar dalam mendukung pertumbuhan tinggi tanaman.

Gerombol 3

Sub-stasiun yang termasuk dalam gerombol ini memiliki nilai indikator Salinitas, C, N dan pasir yang mempunyai nilai sedang, sedangkan untuk peubah lainnya sama dengan rata-rata keseluruhan. Hal ini menunjukkan seperti pada gerombol 1 bahwa kualitas tanah pada sub-stasiun ini di bawah rata-rata keseluruhan sehingga membutuhkan perbaikan tanah agar kemampuan lebih

besar dalam mendukung pertumbuhan tinggi tanaman, mengingat pada sub-stasiun ini mempunyai pertambahan tinggi terendah yaitu 7 (0.1853 cm) dan sub-stasiun 8 (0.1373 cm).

Gerombol 4

Pada gerombol ini indikator kualitas tanah di pengaruhi oleh pasir dalam hal ini dapat di katakan bahwa kualitas tanah pada sub-stasiun 6 mencerminkan kualitas tanah pada lokasi ini mempunyai pengaruh porositas fisik yang besar tetapi pertumbuhan tanaman normal yang diduga pada paramater lainnya terdapat indikator peubah yang normal.

KESIMPULAN

Lahan restorasi dengan bahan urugan tanah mempunyai kualitas habitat cukup baik bagi tempat tumbuh tanaman bakau (*R. mucronata*). Hasil pertumbuhan tanaman bakau berdasarkan pengukuran rata-rata pertambahan tinggi terbesar terdapat pada sub-stasiun 1 (2.2307) berbeda nyata dengan tujuh sub-stasiun lainnya karena diduga adanya perbaikan kualitas tempat tumbuh. rata-rata pertambahan tinggi terkecil terdapat pada sub-stasiun 7 (0.1853 cm) dan sub-stasiun 8 (0.1373 cm). Rata-rata pertambahan diameter terbesar terdapat pada sub-stasiun 1 (0,0591cm) dan 2 (0,0599) berbeda nyata dengan tujuh sub-stasiun lainnya. Karakteristik tempat tumbuh untuk faktor Kapasitas tukar kation (KTK) dan debu , KTK tertinggi adalah pada sub-stasiun 2 (31,55 me/100 g) dan KTK terendah pada sub-stasiun 4 (22,94 me/100g). KTK pada sub-stasiun 4 rendah di duga karena kondisi tanah kering dan adanya pemadatan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoe S. 1993. Ecology and Management of Mangroves. The International Union of Nature and Natural Resources (IUCN) Wetlands Programme. Bangkok, Thailand.
- Anwar J, Damanik SJ, Hisyam N, Whitten AJ. 1984. Ekosistem Sumatra. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Aunuddin. 1989. Analisis Data. IPB Press, Bogor.
- Balai Konservasi Sumberdaya Alam DKI Jakarta dan Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove. 2002. Rencana Pengelolaan Suaka Margasatwa Muara Angke DKI Jakarta.
- Balai Konservasi Sumberdaya Alam DKI Jakarta dan Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove. 2005. Laporan Pelaksanaan Kegiatan Rehabilitasi, Penelitian dan Pendidikan Lingkungan Di Suaka Margasatwa Muara Angke DKI Jakarta.
- Bengen DG. 2000. Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir. PK-SPL. Sekolah Pasca Sarjana. Bogor
- Chapman VJ. 1975. Mangrove Vegetation. Strauss and Cramer GmbH, German.
- Dinas Kehutanan DKI Jakarta dan Fakultas Kehutanan IPB. 1996a. Draft Laporan Akhir: Pembinaan Habitat dan Satwa Liar di Daerah Khusus Ibukota Jakarta: Proyek Pembinaan Cagar Alam dan Hutan Lindung. Dinas Kehutana DKI Jakarta-Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Dinas Kehutanan DKI Jakarta dan Pusat Pengkajian Keanekaragaman Hayati Tropika Lembaga Penelitian IPB. 1997. Laporan Akhir: Perencanaan Konservasi Sumberdaya Alam di Kawasan Pantai Utara DKI Jakarta. Dinas Kehutanan DKI Jakarta-Pusat Pengkajian Keanekaragaman Hayati Tropika Lembaga Penelitian IPB. Bogor.
- Dinas Kehutanan DKI Jakarta. 1996b. Rencana Proyek Rehabilitasi Hutan Bakau. Proyek Pengembangan Hutan Bakau Propinsi DKI Jakarta. Jakarta.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI-Press, Jakarta.
- Giesen W, Wulffraat S, Zieren M, Scholten L. 2006. Mangrove Guidebook for Southeast Asia. RAP Publication 2006/07 Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Gunawan H. 1995. Keragaman Jenis Ikan, Terumbu Karang dan Flora Fauna Hutan Mangrove, Taman Nasional Laut Bunaken-Manado Tua. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Kehutanan Ujung Pandang, Ujung Pandang.
- Hardjowigeno S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hogarth PJ. 1999. The Biology of Mangroves. Oxford University Press, London.
- Hutahaean EE, Kusmana, Dewi HR. 1999. Studi kemampuan tumbuh anakan mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza* dan *Avicennia marina* pada berbagai tingkat salinitas. Jurnal Manajemen Hutan Tropika 5 (1): 77-85.
- Hutchings P, Saenger P. 1987. Ecology of Mangroves. University of Queensland Press, London.
- Inoue Y, Hadiyati O, Affendi HMA, Sudarma KR, Budiana IN. 1999. Model Pengelolaan Hutan Mangrove Lestari. Departemen Kehutanan dan Perkebunan dan JICA, Jakarta.
- Jumiati E. 2008. Pertumbuhan *Rhizophora mucronata* dan *R. apiculata* di Kawasan Berlantung. Fakultas Pertanian, Universitas Borneo, Tarakan.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor 16/UM/6/1977 tanggal 10 Juni 1977, peruntukan kawasan Angke Kapuk
- Kristijono A. 1977. Pengaruh Keadaan Tempat Tumbuh terhadap Perkecambahan *Bruguiera gymnorhiza* (tancang) di Hutan Payau Cilacap, KPH Banyumas Barat. Depaetemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Kusmana C. 1983. Analisa Vegetasi Hutan Mangrove di Muara Angke Jakarta. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley and Sons, New York.
- McGuinness KA. 1997. Seed Predation in a Tropical Mangrove Forest- A Test of Dominance-Predation Model I on Northern Australia. J Trop Ecol 13(2): 293-302.
- Nawawi H. 1998. Metode Penelitian Bidang Social. Gajah Mada Pres, Yogyakarta.
- Ogrady AP, McGuinness KA, Eamus D. 1996. The abundance and growth of *Avicennia marina* and *Rhizophora slyosa* in the low shore zone of Darwin Harbour, Northern Territory. Australian J Ecol 21 (3): 272-279.
- Santoso N, Kusmana C, Sudarmana D, Sukmadi R. 2007. Ekologi Tumbuhan Pidada (*Sonneratia caseolaris* (L) Engler 1897 pada Kawasan Muara Angke Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. IPB, Bogor.
- Soepardi. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sumardjani L, Mulia F. 1994. Some experience on the rehabilitation of mangrove forest (industrial forest plantation) in Palembang. In: Proceedings of the Regional Seminar on Ecosystem Rehabilitation of Ecotone II. 29-31 March 1993, Jakarta, Indonesia: 65-68.
- Tomlinson PB. 1996. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, London.
- Walpole RE. 1995. Pengantar Statistika, edisi ke-3. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.